

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-313937

(43)Date of publication of application : 05.12.1995

(51)Int.Cl.

B06B 1/02  
 B06B 1/06  
 G01S 7/524  
 H04R 3/00

(21)Application number : 07-150222

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 16.06.1995

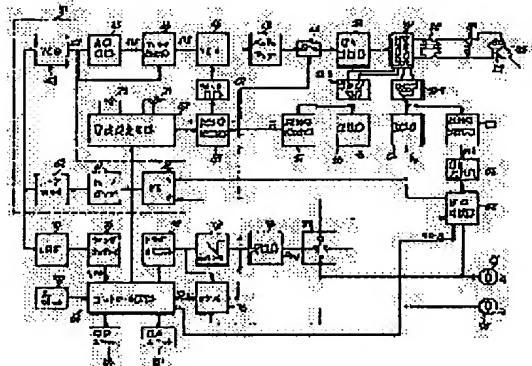
(72)Inventor : SAKURAI TOMOHISA

## (54) DRIVING CIRCUIT FOR ULTRASONIC CONVERTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a driving circuit for an ultrasonic converter, which circuit can automatically stop the driving of an ultrasonic converter when the driving frequency becomes out of a resonance point tracing range and can effectively prevent parts from being burned and damaged due to mismatching.

CONSTITUTION: A driving circuit for ultrasonic converters (35, 36) is so composed as to have driving means(37-47, 49, 50, 51-1, 51-2, 56-60, 66-74) to trace their resonance points and drive them at the resonance frequency and monitoring means (77, 78) to monitor whether the frequency to drive the ultrasonic converters by the driving means is within a prescribed range or not, and based on the output of the monitoring means, the circuit stops the driving of the ultrasonic converters (66, 75, 48) when the driving frequency becomes out of the prescribed range.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.06.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2672797

[Date of registration] 11.07.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 6 B	1/02	A		
	1/06	A		
G 0 1 S	7/524			
H 0 4 R	3/00	3 3 0		
		0804-2F	G 0 1 S 7/ 52	Q
			審査請求 有	請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-150222  
 (62) 分割の表示 特願平1-86944の分割  
 (22) 出願日 平成1年(1989)4月7日

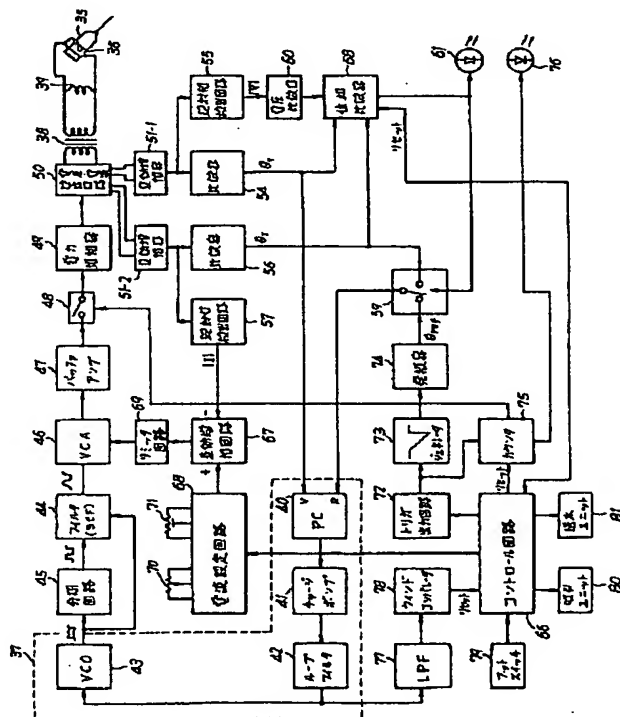
(71) 出願人 000000376  
 オリンパス光学工業株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
 (72) 発明者 桜井 友尚  
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
 ンパス光学工業株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】 超音波変換器駆動回路

(57) 【要約】

【目的】 超音波変換器の駆動周波数が共振点追尾範囲から外れた場合に、その駆動を自動的に停止して、不整合による部品の焼損等を有効に防止できるようにした超音波変換器駆動回路を提供する。

【構成】 超音波変換器(35, 36)を、その共振点を追尾して共振周波数で駆動する駆動手段(37~47, 49, 50, 51-1, 51-2, 55~60, 66~74)と、この駆動手段による前記超音波変換器を駆動する周波数が、所定の範囲にあるかを監視する監視手段(77, 78)とを有し、この監視手段の出力に基づいて、前記駆動周波数が所定の範囲から外れたとき、前記超音波変換器の駆動を停止させる(66, 75, 48)よう構成したことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波変換器を、その共振点を追尾して共振周波数で駆動する駆動手段と、

この駆動手段による前記超音波変換器を駆動する周波数が、所定の範囲にあるか否かを監視する監視手段とを有し、

この監視手段の出力に基づいて、前記駆動周波数が所定の範囲から外れたとき、前記超音波変換器の駆動を停止させるよう構成したことを特徴とする超音波変換器駆動回路。

【請求項 2】 前記監視手段の出力に基づいて前記超音波変換器の駆動を停止させるのに同期して、アラームを発生させるアラーム発生手段を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波変換器駆動回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、超音波変換器駆動回路に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 超音波変換器を用いる装置は、従来種々提案されており、例えば、外科用超音波メス、超音波洗浄器、超音波加工装置等が知られている。このような超音波装置に使用されている超音波変換器は、効率を高めるために、その共振周波数で駆動するのが望ましいが、共振周波数は負荷条件や温度によって変動する。

【0003】 このようなことから、従来、例えば超音波変換器の駆動電圧と駆動電流あるいは振動速度検出信号との位相差を検出し、その出力に基づいて超音波変換器の駆動周波数を制御する、いわゆるフェーズロックループ (PLL) 方式の共振点追尾回路を用いるものが提案されている。

【0004】 ここで、超音波変換器は、図 9 に圧電型振動子 1 の等価回路を示すように、直列接続された抵抗 R、インダクタ L およびキャパシタ C と、この直列回路に並列に接続された制動容量 C d とから成り、実際の使用においては、一般に制動容量 C d を打ち消すために、補正インダクタ L d を並列接続している。

【0005】 この場合、振動子 1 の駆動電圧と駆動電流との位相差  $\theta$  の周波数特性は、図 10 A に示すようになり、またインピーダンス |Z| の周波数特性は、図 10 B に示すようになる。すなわち、位相差  $\theta$  は、共振点  $f_r$  およびその前後の反共振点  $f_1$ 、 $f_2$  で零となり、インピーダンス |Z| は、共振点  $f_r$  で最小、反共振点  $f_1$ 、 $f_2$  で最大となる。したがって、上記の PLL 方式の共振点追尾回路を用いることにより、図 10 A、B から明らかなように、反共振点の  $f_1$  から  $f_2$  の間で、共振点を有効に追尾することができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような超音波変換器の駆動においては、例えば、発振開始

時の駆動周波数が  $f_1$  以下あるいは  $f_2$  以上の場合、ループの帰還制御が利かず追尾不能となり、駆動周波数は  $f_1$  以下あるいは  $f_2$  以上の値になる。このような現象は、発振開始時に限らず、超音波変換器の共振周波数が、例えば負荷条件や温度によって大きく変動したり、超音波変換器に異常が生じて、 $f_1$  から  $f_2$  までの特性に異常が生じた場合、例えば共振点  $f_r$  が存在しなくなった場合にも発生する。さらに、上記の状況下で、たとえ共振点が存在しても、その周波数の値が所定の範囲外になる場合がある。この場合、超音波変換器の正しい共振点であるかのような所定の範囲外の駆動周波数が超音波変換器に供給し続けられる。

【0007】 しかし、従来の駆動回路にあつては、上述したように共振ロックインできなかった場合や、共振駆動の後に共振点追尾ができなくなった場合等、駆動周波数が所定の範囲から外れても、それを判別するようにしていない。このため、超音波変換器が、その共振周波数から外れて駆動され、超音波変換器の駆動効率が著しく低下するばかりでなく、その状態で駆動を続けると、不整合によって駆動回路を構成する電子部品等を焼損してしまうという問題があった。

【0008】 この発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、超音波変換器を駆動する周波数が所定の範囲から外れた場合に、その駆動を自動的に停止でき、したがって不整合による部品の焼損等を有効に防止でき、また変換器の異常状態を判断できるよう適切に構成した超音波変換器駆動回路を提供することを目的とするものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、この発明の超音波変換器駆動回路は、超音波変換器を、その共振点を追尾して共振周波数で駆動する駆動手段と、この駆動手段による前記超音波変換器を駆動する周波数が、所定の範囲にあるか否かを監視する監視手段とを有し、この監視手段の出力に基づいて、前記駆動周波数が所定の範囲から外れたとき、前記超音波変換器の駆動を停止させるよう構成したことを特徴とするものである。

【0010】 前記監視手段の出力に基づいて前記超音波変換器の駆動を停止させるのに同期して、アラームを発生させるアラーム発生手段を設けるのが、超音波変換器の異常等を通知する点で好ましい。

## 【0011】

【作用】 この発明において、超音波変換器は、駆動手段により共振点が追尾されて共振周波数で駆動され、その駆動周波数は監視手段により所定の範囲にあるか否かが監視される。ここで、超音波変換器の共振周波数が、負荷条件や温度によって大きく変動したり、共振周波数が異なったために、駆動周波数が所定の範囲から外れると、その監視手段の出力に基づいて超音波変換器の駆動

が停止される。したがって、不整合による部品の焼損等を有効に防止することが可能となる。

#### 【0012】

【実施例】図1は、この発明の一実施例を示すものである。この実施例は、超音波メス装置に適用したもので、ハンドピース35に設けられたランジュバン型振動子36は、PLL37の出力に基づいてマッチング用トランス38を介して駆動するようにする。振動子36は、マッチング用トランス38の二次側に接続すると共に、このマッチング用トランス38の二次側には振動子36の制動容量を打ち消す補正インダクタ39を並列に接続する。

【0013】PLL37は、位相比較器(PC)40と、そのデジタル出力をアナログ信号に変換するチャージポンプ41と、ループフィルタ42と、電圧制御発振器(VCO)43とをもって構成し、チャージポンプ41の出力をループフィルタ42を介してVCO43に制御電圧として供給するようにする。

【0014】VCO43の出力は、フィルタ44に供給すると共に、分周回路45で分周してフィルタ44に供給し、これによりVCO43から出力される矩形波の駆動信号を振動子36の共振周波数成分のみの正弦波の駆動信号に変換して、振動子36内での無駄な発熱を引き起こさないようにする。この例では、フィルタ44としてカットオフ周波数が外部クロック入力によって変更可能なスイッチド・キャパシタ・フィルタ(SCF)を用いる。このように、フィルタ44としてSCFを用いれば、VCO43の発振周波数が変化しても、フィルタ出力波形の大きさや位相回転の変動が無くなり、その結果、後述する定電流制御やPLL動作に与える影響が減少し、理想的な矩形波→正弦波変換を行うことが可能となる。

【0015】フィルタ44の出力は、増幅率が変更可能な電圧制御増幅回路(VCA)46、バッファアンプ47、スイッチ回路48および電力増幅器49を経てマッチング用トランス38の一次側に供給する。このようにして、マッチング用トランス38により、振動子36の回路系とその駆動回路系とを分離して電氣的絶縁を図ると共に、電力増幅器49と負荷となる振動子36とのマッチングをとるようにする。

【0016】電力増幅器49を経て振動子36に加わる電圧および振動子36に流れる電流は、マッチング用トランス38の一次側に設けた電圧・電流検出回路50で検出し、これら電圧検出信号および電流検出信号をそれぞれ差動増幅器51-1および51-2に供給して同相ノイズを除去するようにする。

【0017】図2は、電圧・電流検出回路50および差動増幅器51-1、51-2の一例の構成を示すものである。振動子36に加わる電圧は、抵抗52による分圧によって検出し、その出力を差動増幅器51-1に供給

して電圧検出信号Vを得るようにする。また、振動子36に流れる電流は、カレントセンサ53で検出し、その出力を差動増幅器51-2に供給して電流検出信号Iを得るようにする。

【0018】このように、電圧・電流検出回路50で検出した電圧・電流を、それぞれ差動増幅器51-1、51-2に供給して電圧検出信号Vおよび電流検出信号Iを得るようにすれば、高電圧・大電流を低電圧にて検出する場合の同相ノイズの問題を有効に解消できると共に、電力増幅器49の出力の正負の接続を逆にしても、また出力の一方が接地された出力形式でないものであっても、電圧・電流の各信号VおよびIを安定して検出することができる。

【0019】図1において、差動増幅器51-1から得られる電圧検出信号は、比較器54および絶対値検出回路55にそれぞれ供給し、比較器54において電圧位相信号 $\theta_v$ を、絶対値検出回路55において電圧検出信号の絶対値 $|V|$ を検出するようにする。同様に、差動増幅器51-2から得られる電流検出信号は、比較器56および絶対値検出回路57にそれぞれ供給し、比較器56において電流位相信号 $\theta_i$ を、絶対値検出回路57において電流検出信号の絶対値 $|I|$ を検出するようにする。

【0020】比較器54から得られる電圧位相信号 $\theta_v$ は、位相比較器58に供給すると共に、PLL37を構成するPC40のバリアブル入力端子Vに供給し、比較器56から得られる電流位相信号 $\theta_i$ は、位相比較器58に供給すると共に、スイッチ回路59を介してPC40のリファレンス入力端子Rに供給する。また、絶対値検出回路55から得られる電圧検出信号の絶対値 $|V|$ は、電圧比較器60に供給して所定の設定値と比較し、その出力を位相比較器58に供給する。

【0021】このようにして、位相比較器58において電圧比較器60の出力、比較器54からの電圧位相信号 $\theta_v$ および比較器56からの電流位相信号 $\theta_i$ に基づいて、振動子36に加わっている駆動信号の周波数が、該振動子36の共振周波数とほぼ等しいか否かを検出し、その出力に基づいてスイッチ回路59における電流位相信号 $\theta_i$ と、後述する発振器からの基準信号 $\theta_{ref}$ との切り換え動作を制御すると共に、発光ダイオード61の点灯を制御してPLL37が共振点追尾動作に移行したか否かを表示させるようにする。

【0022】図3は、位相比較器58および電圧比較器60の一例の構成を示すものである。位相比較器58は、3つのD-フリップフロップ(D-FF)62、63および64と、ORゲート65とをもって構成する。比較器54から得られる電圧位相信号 $\theta_v$ は、D-FF62のD入力端子に供給し、比較器56から得られる電流位相信号 $\theta_i$ は、D-FF62のクロック入力端子に供給する。このD-FF62のQ出力および反転Q出力

は、D-F F 6 3のクロック入力端子およびD-F F 6 4のクロック入力端子にそれぞれ供給し、これらD-F F 6 3および6 4のQ出力をORゲート6 5に供給して、スイッチ回路5 9および発光ダイオード6 1の制御信号を得るようにする。なお、D-F F 6 3および6 4のD入力端子には、Vccを印加する。

【0023】また、電圧比較器6 0はOPアンプをもって構成し、その反転入力端子に絶対値検出回路5 5から得られる電圧検出信号の絶対値 $|V|$ を供給し、非反転入力端子に設定電圧 $V_{SET}$ を印加して、その出力をD-F F 6 3および6 4のクリア端子に供給する。なお、ORゲート6 5の出力は、コントロール回路6 6（図1参照）に供給すると共に、コントロール回路6 6からはD-F F 6 2のクリア端子にリセット信号を供給するようにする。

【0024】図1において、絶対値検出回路5 7から得られる電流検出信号の絶対値 $|I|$ は、差動増幅回路6 7の反転入力端子に供給する。この差動増幅回路6 7の非反転入力端子には、電流値設定回路6 8からの設定信号を供給し、その出力に基づいて振動子3 6が常に設定信号に対応する一定電流で駆動されるように、リミッタ回路6 9を介してVCA 4 6の増幅率を制御するようにする。電流値設定回路6 8には、出力振幅設定用可変抵抗器7 0と低定電流駆動設定用可変抵抗器7 1とを設け、これらをコントロール回路6 6からの信号に基づいて選択して、起動時においては、低定電流駆動設定用可変抵抗器7 1の出力を、共振点追尾動作においては、出力振幅設定用可変抵抗器7 0の出力をそれぞれ差動増幅回路6 7に供給するようにする。

【0025】このように、絶対値検出回路5 7から得られる電流検出信号の絶対値 $|I|$ と、電流値設定回路6 8からの設定信号とを差動増幅回路6 7で比較し、その出力に基づいてVCA 4 6の増幅率を制御してバッファアンプ4 7および電力増幅器4 9に入力する信号電圧を制御すれば、ハンドピース3 5の負荷変動等によるインピーダンス変化に対しても、振動子3 6を常に電流値設定回路6 8からの設定信号に対応する一定電流で駆動することができ、ハンドピース3 5の振幅を一定にすることができる。

【0026】コントロール回路6 6には、トリガ出力回路7 2を接続して、コントロール回路6 6の制御の下にトリガ信号を発生させるようにする。このトリガ信号は、ジェネレータ7 3に供給してノコギリ波を発生させ、これを発振器7 4に供給して該発振器7 4から周波数が変化する基準信号 $\theta_{ref}$ を発生させるようにする。この基準信号 $\theta_{ref}$ は、上述したように位相比較器5 8の制御の下にスイッチ回路5 9を介してPLL 3 7を構成するPC 4 0のR入力端子に供給する。

【0027】図4～図7は、図1に示すスイッチ回路5 9の4つの例を示すものである。図4に示すスイッチ回

路5 9は、電流位相信号 $\theta_i$ および基準信号 $\theta_{ref}$ をそれぞれ3ステートバッファ2 5-1および2 5-2に供給すると共に、3ステートバッファ2 5-1の制御端子に位相比較器5 8の出力を直接供給し、3ステートバッファ2 5-2の制御端子に位相比較器5 8の出力をインバータ2 6を介して供給して、位相比較器5 8の出力がハイ(H)レベルにあるときに、例えば電流位相信号 $\theta_i$ を、ロー(L)レベルにあるときに基準信号 $\theta_{ref}$ を、それぞれPLL 3 7内のPC 4 0のR入力端子に供給するようにしたものである。

【0028】図5に示すスイッチ回路5 9は、電流位相信号 $\theta_i$ および基準信号 $\theta_{ref}$ を、それぞれANDゲート2 7-1および2 7-2の一方の入力端子に供給すると共に、ANDゲート2 7-1の他方の入力端子に位相比較器5 8の出力を直接供給し、ANDゲート2 7-2の他方の入力端子に位相比較器5 8の出力をインバータ2 8を介して供給して、位相比較器5 8の出力がHレベルにあるときに、例えば電流位相信号 $\theta_i$ を、Lレベルにあるときに基準信号 $\theta_{ref}$ を、それぞれORゲート2 9を経てPLL 3 7内のPC 4 0のR入力端子に供給するようにしたものである。

【0029】図6に示すスイッチ回路5 9は、電流位相信号 $\theta_i$ および基準信号 $\theta_{ref}$ をそれぞれアナログスイッチ3 0-1および3 0-2に供給すると共に、アナログスイッチ3 0-1の制御端子に位相比較器5 8の出力を直接供給し、アナログスイッチ3 0-2の制御端子に位相比較器5 8の出力をインバータ2 8を介して供給して、位相比較器5 8の出力がHレベルにあるときに、例えば電流位相信号 $\theta_i$ を、Lレベルにあるときに基準信号 $\theta_{ref}$ を、それぞれPLL 3 7内のPC 4 0のR入力端子に供給するようにしたものである。

【0030】図7に示すスイッチ回路5 9は、電流位相信号 $\theta_i$ および基準信号 $\theta_{ref}$ をそれぞれリレー接点3 1-1および3 1-2に供給すると共に、リレー3 2に位相比較器5 8の出力を供給して、位相比較器5 8の出力がHレベルにあるときに、例えばリレー3 2を附勢して電流位相信号 $\theta_i$ を、Lレベルにあるときにリレー3 2を減勢して基準信号 $\theta_{ref}$ を、それぞれPLL 3 7内のPC 4 0のR入力端子に供給するようにしたものである。

【0031】図1において、トリガ出力回路7 2からのトリガ信号はカウンタ7 5にも供給してカウントし、そのカウント値が設定値以上となったときに、スイッチ回路4 8をOFFすると共に、ハンドピース3 5の異常としてプローブチェック用の発光ダイオード7 6を点灯させるようにする。なお、このカウンタ7 5はコントロール回路6 6からのリセット信号によりリセットするようにする。

【0032】一方、PLL 3 7を構成するループフィルタ4 2の出力は、ローパスフィルタ(LPF)7 7にも

供給し、ここでVCO43の制御電圧中に含まれるスパイク状のノイズを除去するようにする。このLPF77の出力は、ウインドコンパレータ78に供給し、ここでVCO43の出力周波数範囲を監視してそれが所定の範囲を外れたときに、コントロール回路66にリセット信号を出力するようにする。

【0033】すなわち、VCO43はループフィルタ42からの制御電圧によって発振周波数が変化するが、PLL37が振動子36の共振点追尾制御から外れると、VCO43の発振周波数はその最高または最低発振周波数に飽和してしまう。そこで、このロック外れ状態を検出するために、VCO43の制御電圧をウインドコンパレータ78で監視する。

【0034】ここで、VCO43に供給される制御電圧は、ループフィルタ42によってある程度平滑化された信号となるが、例えばPLL37のPC40にエッジトリガ方式のものを使用して、ループの特性をループフィルタ42の設計によってある程度高速のものにすると、VCO43に供給される制御電圧には、PC40の2つの入力信号のエッジの比較部分でスパイク状のノイズが漏れてくる。このスパイク状のノイズは、ウインドコンパレータ78の動作に悪影響を与えるので、この例では上述したようにLPF77を挿入して、スパイク状のノイズを除去するようにしている。

【0035】また、コントロール回路66には、振動子36のON/OFFを制御するフットスイッチ79を接続し、このフットスイッチ79からの信号、上述した位相比較器58からの信号およびウインドコンパレータ78からのリセット信号に基づいて、上記の各部の動作を制御するようにすると共に、超音波メスにより切除した組織を除去する吸引ユニット80、およびハンドピース35のプロブを冷却したり、切除部位を洗い流すための送水ユニット81の動作を制御するようにする。

【0036】以下、この超音波メス装置の動作を、図8に示すフローチャートを参照しながら説明する。フットスイッチ79のOFF状態では、スイッチ回路48はOFF、スイッチ回路59は、発振器74の出力をPLL37のPC40のR入力端子に供給するように接続されている。この状態からフットスイッチ79をONにすると、これによりコントロール回路66は始動信号を得、位相比較器58およびカウンタ75をリセットすると共に、電流値設定回路68の低定電流駆動設定用可変抵抗器71を選択してその出力を差動増幅回路67に供給するようにする。さらに、スイッチ回路48をONにすると共に、トリガ出力回路72を作動して該トリガ出力回路72からトリガ信号を発生させる。これにより、PLL37には、発振器74からスイッチ回路59を介して、ジェネレータ73の出力に応じて周波数が変化する基準信号 $\theta_{ref}$ が供給され、その結果、PLL37は振動子36の駆動信号周波数を基準信号 $\theta_{ref}$ にロックす

るようにスキャンさせる。

【0037】ここで、振動子36は、電流値設定回路68の可変抵抗器71で設定された低い定電流で駆動制御されるので、振動子36に加わる電圧とそのインピーダンスの大きさとは比例し、したがって振動子36に加わる電圧はそのインピーダンスの大きさの周波数特性に相似した形でスキャンによって変化する。この駆動電圧の変化は、電圧・電流検出回路50、差動増幅器51-1、絶対値検出回路55を介して電圧比較器60で監視され、それが設定電圧 $V_{SET}$ （図3参照）以下、すなわち基準信号 $\theta_{ref}$ の周波数がハンドピース35の共振周波数近傍となってインピーダンスが設定値以下となった時点で、位相比較器58にイネーブル信号が出力される。

【0038】位相比較器58においては、電圧比較器60からイネーブル信号が出力され、かつ比較器54からの電圧位相信号 $\theta_v$ および比較器56からの電流位相信号 $\theta_i$ の位相差が零となった時点で、その出力がHレベルとなってホールドされ、これによりスイッチ回路59が切り換わって比較器56からの電流位相信号 $\theta_i$ がPC40のR入力端子に供給されると共に、発光ダイオード61が点灯して共振点追尾動作に移行したことが表示される。

【0039】同時に、位相比較器58の出力に基づいて、コントロール回路66を介して電流値設定回路68の出力振幅設定用可変抵抗器70が選択され、その出力が差動増幅回路67に供給される。したがって、ハンドピース35は、以後は電圧位相信号 $\theta_v$ と電流位相信号 $\theta_i$ との位相が常に一致するように、可変抵抗器70で設定された所定の電流で駆動制御されることになる。また、共振点追尾動作に移行することにより、コントロール回路66から吸引ユニット80、送水ユニット81に駆動信号が供給されて、各動作が行われる。以上の動作は、フットスイッチ79をOFFとすることにより解除される。

【0040】一方、一回のスキャンによって共振点が検出されないときは、VCO43の発振周波数は、発振器74からの基準信号 $\theta_{ref}$ にロックされて上昇または下降し、ウインドコンパレータ78において所定の周波数範囲から外れたことが検出されて、コントロール回路66にリセット信号が出力される。これにより、コントロール回路66からトリガ出力回路72に再トリガを出力するように信号が送出され、上記の動作が繰り返される。

【0041】このトリガ出力回路72からのトリガ信号の出力回数、すなわち駆動信号周波数のスキャン回数は、カウンタ75でカウントされ、それが所定の値に達したとき、この例では一回のフットスイッチ79のON操作で駆動信号周波数を10回スキャンしても共振周波数にロックインできないときは、所定の周波数範囲内に

ハンドピース 35 の共振点が存在しないものとして、その時点でカウンタ 75 の出力によりスイッチ回路 48 が OFF となって振動子 36 の駆動が停止すると共に、発光ダイオード 76 が点灯してハンドピース 35 の異常が表示される。これにより、ハンドピース 35 が異常の状態では駆動を続けることによる危険を有効に防止することができる。

【0042】また、共振点追尾動作に移行した後も、VCO 43 の制御電圧は、ウインドコンパレータ 78 により監視され、それが所定の範囲から外れたことが検出されたときは、コントロール回路 66 にリセット信号が出力され、これにより上述したロックイン動作が繰り返される。すなわち、共振点追尾動作後に、ウインドコンパレータ 78 からリセット信号が出力されると、位相比較器 58 およびカウンタ 75 がリセットされると共に、電流値設定回路 68 の低定電流駆動設定用可変抵抗器 71 が選択され、さらにトリガ出力回路 72 が作動して、ジェネレータ 73 を介して発振器 74 から基準信号  $\theta_{ref}$  が出力され、その基準信号  $\theta_{ref}$  がスイッチ回路 59 を介して PLL 37 に供給されて、上述したと同様にしてロックイン動作が繰り返される。

【0043】上述した超音波メス装置によれば、共振ロックインできなかった場合や、共振駆動の後に共振点追尾ができなくなった場合、すなわち駆動周波数が共振点追尾範囲から外れた場合には、振動子 36 の駆動が停止し、発光ダイオード 76 が点灯するので、不整合による電子部品等の焼損を有効に防止することができる。また、ハンドピース 35 の異常も検出することができる。

【0044】また、一般的な定電流駆動回路を組み合わせることで、定振幅動作を行うことができると共に、簡単な方法でインピーダンスの周波数特性を検出することができるので、共振点を正確かつ確実に検出することができる。さらに、振動子 36 に加わっている電圧および振動子 36 に流れる電流を差動方式で検出するようにしたので、同相ノイズを有効に除去できると共に、電力増幅器 49 の出力形式にこだわらず所望の電圧および電流を有効に検出でき、これにより高電圧を発生している電力増幅器周辺の回路部分を接地から浮かせることが可能となり、振動子回路すなわち患者回路の対接地漏れ電流を大幅に減少させることができる。

【0045】なお、上記の超音波メス装置においては、振動子 36 に加わっている電圧および振動子 36 に流れる電流をマッチング用トランス 38 の一次側において検出するようにしたが、これらはマッチング用トランス 38 の二次側で検出するようにすることもできる。また、発振器 74 から発生する基準信号  $\theta_{ref}$  の周波数範囲を、振動子 36 がもつ反共振点を含まない範囲として、反共振点での不所望なロックインを更に確実に防止するようにすることもできる。

【0046】また、この発明は、上述した超音波メス装

置に限らず、超音波加工装置や超音波洗浄器等のその他の超音波装置に用いられる超音波変換器の駆動回路にも有効に適用することができる。

#### 【0047】付記

1. 超音波変換器を含むハンドピースと、このハンドピースに締結され、術部に超音波振動を伝達するプローブとを有する超音波メス装置において、前記超音波変換器を、その共振点を追尾して共振周波数で駆動する駆動手段と、この駆動手段による前記超音波変換器を駆動する周波数が、所定の範囲にあるか否かを監視する監視手段と、この監視手段の出力に基づいて、前記超音波変換器の駆動を制御する制御手段とを有し、前記監視手段により、前記駆動周波数が所定の範囲から外れたことが検出されたときは、前記駆動手段により、前記所定の範囲の駆動周波数で前記超音波変換器の駆動を再開し、この動作を所定回数繰り返しても、前記駆動周波数が前記所定の範囲から外れるときは、前記超音波変換器の駆動を停止させるよう構成したことを特徴とする超音波メス装置。

2. 超音波変換器を含むハンドピースと、このハンドピースに締結され、術部に超音波振動を伝達するプローブとを有する超音波メス装置において、前記超音波変換器を、その共振点を追尾して共振周波数で駆動する駆動手段と、この駆動手段による前記超音波変換器の駆動電圧と電流との位相を比較する位相比較手段とを有し、この位相比較手段の出力に基づいて、前記超音波変換器が共振状態にないときに、前記超音波変換器の駆動を停止させるよう構成したことを特徴とする超音波メス装置。

3. 前記超音波変換器の駆動を停止させるのに同期して、アラームを発生させるアラーム発生手段を設けたことを特徴とする付記 1 または 2 記載の超音波メス装置。

#### 【0048】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、超音波変換器を駆動する周波数が所定の範囲から外れた場合に、その駆動を自動的に停止するようにしたので、不整合による部品の焼損等を有効に防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施例を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示す電圧・電流検出回路部分の一例の構成を示す図である。

【図 3】図 1 に示す位相比較器および電圧比較器の一例の構成を示す図である。

【図 4】図 1 に示すスイッチ回路の一例の構成を示す図である。

【図 5】同じく、スイッチ回路の他の例の構成を示す図である。

【図 6】同じく、スイッチ回路の他の例の構成を示す図である。

【図 7】同じく、スイッチ回路の更に他の例の構成を示す図である。



11

12

【図8】図1の動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】圧電型振動子の等価回路を示す図である。

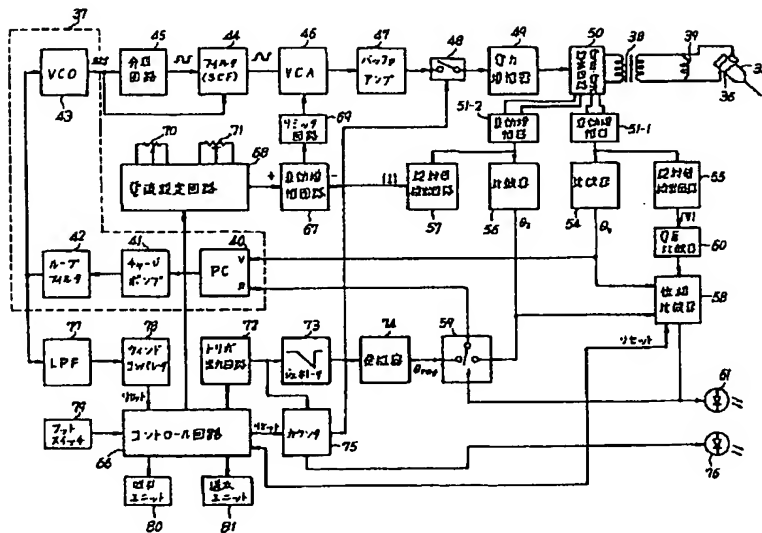
【図10】図9に示す振動子の駆動電圧・電流の位相差の周波数特性およびインピーダンスの周波数特性を示す図である。

【符号の説明】

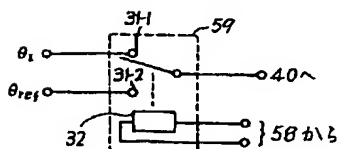
35 ハンドピース  
36 振動子  
37 PLL  
38 マッチング用トランス  
39 補正インダクタ  
40 位相比較器 (PC)  
41 チャージポンプ  
42 ループフィルタ  
43 電圧制御発振器 (VCO)  
44 フィルタ  
45 分周回路  
46 電圧制御増幅回路 (VCA)  
47 バッファアンプ  
48 スイッチ回路  
49 電力増幅器  
50 電圧・電流検出回路

51-1, 51-2 差動増幅器  
54, 56 比較器  
55, 57 絶対値検出回路  
58 位相比較器  
59 スイッチ回路  
60 電圧比較器  
61, 76 発光ダイオード  
66 コントロール回路  
67 差動増幅回路  
68 電流値設定回路  
69 リミッタ回路  
70 出力振幅設定用可変抵抗器  
71 低定電流駆動設定用可変抵抗器  
72 トリガ出力回路  
73 ジェネレータ  
74 発振器  
75 カウンタ  
77 ローパスフィルタ (LPF)  
78 ウインドコンバータ  
79 フットスイッチ  
80 吸引ユニット  
81 送水ユニット

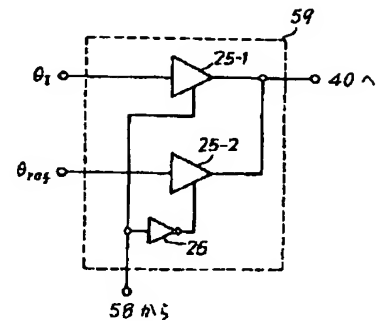
【図1】



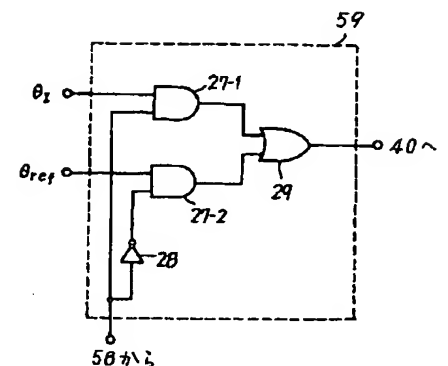
【図7】



【図4】

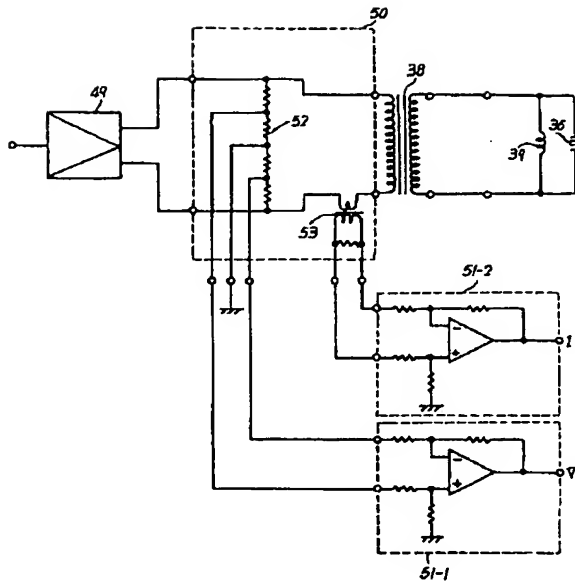


【図5】

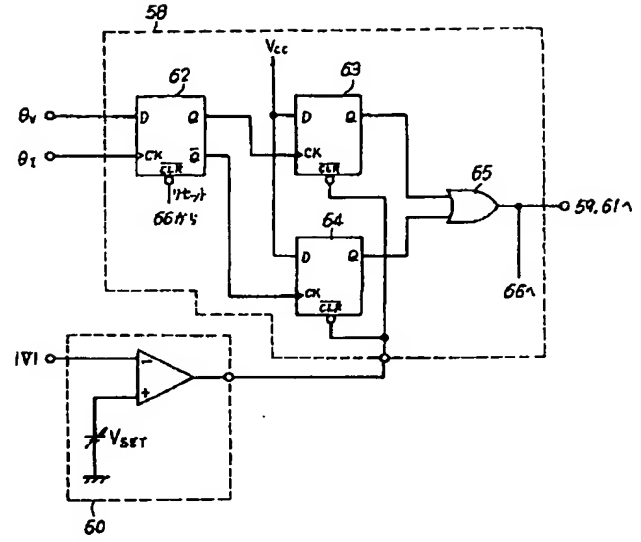




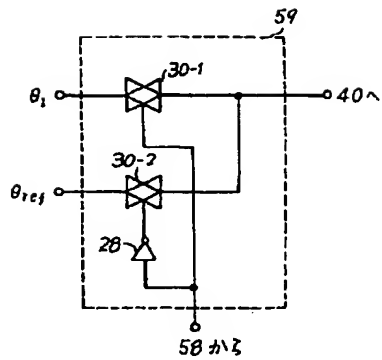
【図2】



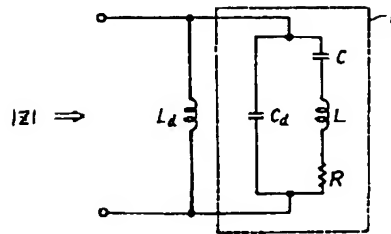
【図3】



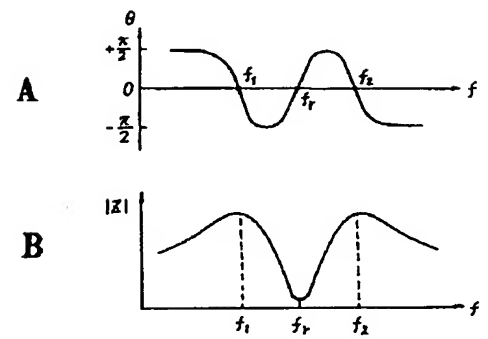
【図6】



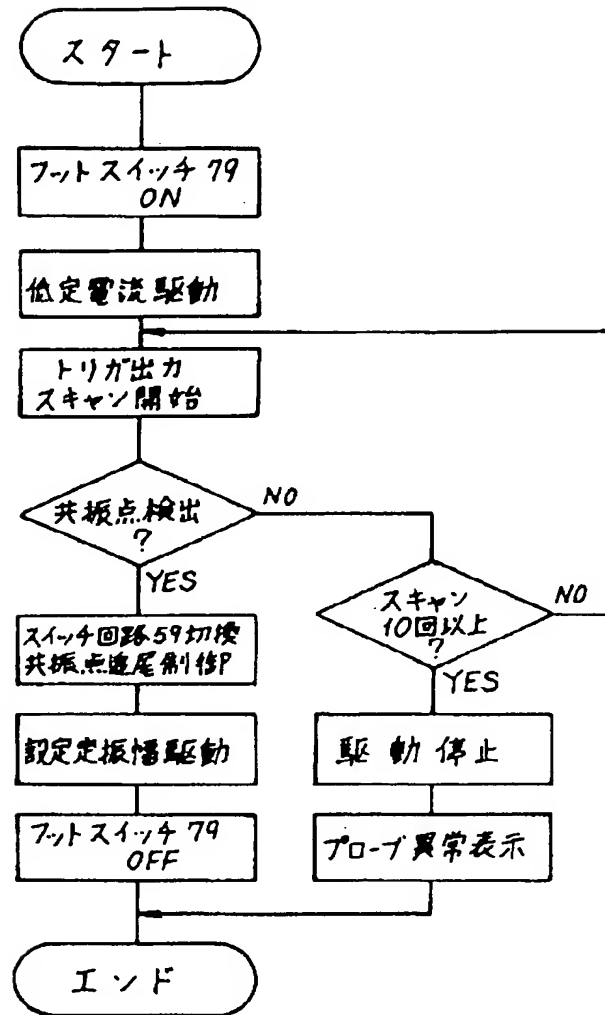
【図9】



【図10】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**